

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**PATENT APPLICATION**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**



In re application of

Docket No: Q77846

Lionel FAVRE-FELIX, et al.

Appln. No.: 10/682,200

Group Art Unit: 3746

Confirmation No.: 1249

Examiner: Not Assigned

Filed: October 10, 2003

For: A TURBO/DRAG PUMP HAVING A COMPOSITE SKIRT

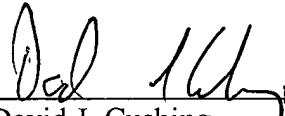
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
David J. Cushing  
Registration No. 28,703

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE  
**23373**  
CUSTOMER NUMBER

Enclosures: France 0212693

Date: January 16, 2004

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



3

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 09 JUIL. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE', is placed over a stylized, oval-shaped flourish.

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI


  
N° 11354\*01


26 bis, rue Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

REMISE DES PIÈCES  
DATE

LIEU **11 OCT 2002**

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

Réservé à l'INPI

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE  
PAR L'INPI**0212693 INPI**

11 OCT. 2002 11 OCT. 2002

Vos références pour ce dossier  
(facultatif) 104800/LA/CVAC/TPM

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DF 540 W / 260897

**1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE**  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

**COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL**  
Département PI  
Bernard LAMOUREUX  
30 avenue Kléber  
75116 PARIS

**Confirmation d'un dépôt par télécopie** N° attribué par l'INPI à la télécopie**2 NATURE DE LA DEMANDE****Cochez l'une des 4 cases suivantes**Demande de brevet Demande de certificat d'utilité Demande divisionnaire 

Demande de brevet initiale

ou demande de certificat d'utilité initiale

Transformation d'une demande de  
brevet européen Demande de brevet initialeDate  /  / Date  /  / Date  /  / **3 TITRE DE L'INVENTION** (200 caractères ou espaces maximum)

POMPE TURBOMOLECULAIRE A JUPE COMPOSITE

**4 DECLARATION DE PRIORITÉ  
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE  
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE  
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE**

Pays ou organisation

Date  /  / 

N°

Pays ou organisation

Date  /  / 

N°

Pays ou organisation

Date  /  / 

N°

 S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»**5 DEMANDEUR** S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Nom ou dénomination sociale

**ALCATEL**

Prénom

**Société Anonyme**

Forme juridique

| 5 . 4 . 2 . 0 . 1 . 9 . 0 . 9 . 6 |

N° SIREN

Code APE-NAF

| . . . . |

Adresse

Rue

54, rue La Boétie

Code postal et ville

75008 PARIS

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

REMISE DES PIÈCES		Réservé à l'INPI
DATE	11 OCT 2002	
LIEU	75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT	0212693 11 OCT. 2002	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		

DE 543 W /260393

<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>( facultatif )</i>		104800/LA/CVAC/TPM
<b>6 MANDATAIRE</b>		
Nom		LAMOUREUX
Prénom		Bernard
Cabinet ou Société		Compagnie Financière Alcatel
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 9222
Adresse	Rue	30 Avenue Kléber
	Code postal et ville	75116 PARIS
N° de téléphone <i>( facultatif )</i>		
N° de télécopie <i>( facultatif )</i>		
Adresse électronique <i>( facultatif )</i>		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention ( joindre un avis de non-imposition ) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt ( joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence )
Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes		
<b>10 SIGNATURE DU MANDATAIRE</b> <input checked="" type="checkbox"/> DU MANDATAIRE <i>( Nom et qualité du signataire )</i>		Bernard LAMOUREUX / LC 40 B 
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 

## POMPE TURBOMOLECULAIRE A JUPE COMPOSITE

La présente invention concerne les pompes à vide à rotation rapide utilisées pour générer un vide poussé dans une canalisation et/ou une enceinte à vide.

Dans l'industrie des composants électroniques ou micromécaniques, on utilise 5 des procédés d'usinage ou de traitement par plasma exécutés dans une enceinte où l'on doit maintenir une atmosphère de vide contrôlé.

La génération du vide nécessite l'utilisation de pompes capables de générer rapidement et de maintenir un vide poussé adapté au procédé d'usinage ou de traitement. On utilise généralement des pompes de type turbomoléculaire, composées d'un corps de 10 pompe dans lequel un rotor est entraîné en rotation rapide, par exemple une rotation à plus de trente mille tours par minute.

Avec une telle vitesse de rotation élevée, le rotor acquiert une énergie cinétique très élevée, et subit des contraintes mécaniques élevées qui justifient le choix de matériaux appropriés.

15 Le rotor d'une pompe à vide turbomoléculaire est constitué d'un tronçon amont (dans le sens de l'écoulement des gaz) de rotor à pales de type turbo et d'un tronçon aval (dans le sens de l'écoulement des gaz) de rotor en forme de jupe de type HOLWECK.

Dans la description et les revendications, les expressions "amont" et "aval" désignent respectivement les parties de la pompe à vide parcourues en premier et en 20 dernier par les gaz pompés dans le sens de leur écoulement, en fonctionnement.

Le tronçon amont à pales de type turbo présente une forme complexe, que l'on réalise en un métal approprié tel que l'aluminium ou un alliage d'aluminium. La forme est trop complexe pour permettre une réalisation économique en un matériau composite.

Le tronçon aval, en forme de jupe de type HOLWECK, est une paroi mince de 25 révolution, en grande partie cylindrique, entraînée en rotation dans un tronçon aval de stator comportant des rainures hélicoïdales à section progressivement réduite.

Les performances de pompage des pompes turbomoléculaires à vitesses de rotation élevées sont aujourd'hui limitées par le fait que l'on ne peut pas augmenter le diamètre de la jupe HOLWECK au delà d'une limite maximale. On sait qu'il est a priori 30 possible d'accroître les performances de pompage en augmentant le diamètre de la jupe HOLWECK. Mais une telle augmentation s'avère impossible à réaliser avec l'utilisation de matériaux conventionnels, notamment métalliques. En effet, les contraintes mécaniques les plus fortes apparaissent dans cette zone du rotor et sont proportionnelles à la densité volumique du matériau constituant la jupe, au carré de la vitesse de rotation du rotor et 35 au carré du diamètre du rotor.

Pour réduire les contraintes dans la jupe HOLWECK, il faut notamment réduire sa masse. Pour ce faire on a déjà proposé des rotors dont le tronçon aval en forme de

jupe HOLWECK est en un matériau composite à base de résine chargée de fibres. Cette solution offre l'avantage d'utiliser un matériau ayant de meilleures propriétés mécaniques. Le tronçon aval se raccorde au tronçon amont selon une zone annulaire de liaison. Dans cette zone annulaire de liaison, le matériau composite constituant la jupe 5 HOLWECK est solidarisé au tronçon amont métallique.

Mais une difficulté réside alors dans la différence des propriétés mécaniques et thermiques entre le matériau composite constituant le tronçon aval de rotor à jupe HOLWECK et le métal ou alliage constituant le tronçon amont du rotor. A cause de ces 10 différences de propriétés, des contraintes mécaniques importantes apparaissent dans la zone annulaire de liaison lors de l'utilisation de la pompe, c'est à dire en rotation rapide du rotor et en présence d'une élévation de température due à la compression des gaz pompés. Ces contraintes mécaniques conduisent à une fragilisation de la zone de liaison, et à un risque de rupture. Ainsi, le diamètre de cette zone de liaison ne peut être trop augmenté.

15 A l'inverse, si l'on utilise un matériau composite dont les propriétés mécaniques et thermiques sont mieux compatibles avec celles du métal constituant le tronçon amont de rotor, conférant notamment une souplesse autorisant les déformations sous contrainte, alors ces propriétés mécaniques ne sont plus suffisantes dans la zone 20 aval de jupe HOLWECK pour tenir les contraintes à supporter lors de la rotation rapide du rotor.

Le problème proposé par la présente invention est de concevoir une nouvelle structure de rotor de pompes turbo moléculaires qui permette, sans risque de dégradation du rotor, de supporter des vitesses de rotation plus élevées ou de présenter un diamètre 25 de jupe HOLWECK plus important, afin d'accroître les caractéristiques de pompage de la pompe.

Un autre but de l'invention est de concevoir une telle structure de rotor qui puisse être fabriquée à moindre coût, avec un procédé industrialisable.

La pompe selon l'invention doit soutenir les conditions de fonctionnement habituelles, notamment en température : le rotor doit pouvoir supporter des températures 30 descendant jusqu'à -20°C pendant le transport, et montant jusqu'à +150°C en fonctionnement.

Également, le rotor doit présenter de bonnes qualités de centrage, évitant tout risque de contact entre la jupe de rotor et le stator pendant le fonctionnement à vitesse nominale.

35 L'idée qui est à la base de l'invention est de concevoir une jupe HOLWECK en matériau composite dont les caractéristiques mécaniques varient en fonction de la zone longitudinale considérée de la jupe.

Ainsi, la présente invention propose une pompe à vide turbomoléculaire, comprenant un rotor ayant un tronçon amont de rotor de type turbo et un tronçon aval de rotor en forme de jupe de type HOLWECK, le tronçon amont de rotor étant en un métal ou alliage, le tronçon 5 aval de rotor étant en matériau composite, le tronçon aval de rotor se raccordant au tronçon amont de rotor selon une zone annulaire de liaison ; selon l'invention :

- le tronçon aval de rotor à jupe de type HOLWECK en matériau composite comprend une structure de renforcement à fibres qui 10 confère à la jupe HOLWECK des caractéristiques mécaniques variant en fonction de la zone longitudinale considérée de la jupe,
- dans la zone annulaire de liaison, le matériau composite présente des caractéristiques mécaniques et thermiques proches de celles du métal ou alliage composant le tronçon amont de rotor,
- 15 - dans la zone aval de jupe, le matériau composite présente des caractéristiques plus appropriées pour tenir dans cette zone aval de jupe les contraintes mécaniques élevées résultant de la rotation rapide du rotor en fonctionnement.

En pratique, pour tenir les contraintes mécaniques élevées résultant de la 20 rotation rapide du rotor en fonctionnement dans la zone aval de jupe HOLWECK, les caractéristiques plus appropriées du matériau composite sont une grande raideur, pour réduire les déformations sous contraintes, et pour favoriser des modes de résonance mécanique propres élevés.

Selon un premier mode de réalisation, la structure de renforcement comprend 25 des fibres longues enroulées en hélice selon un pas constant et enrobées de résine, le taux de résine étant variable selon la zone longitudinale considérée de la jupe.

Selon un autre mode de réalisation, la structure de renforcement comprend 30 des fibres longues enroulées en hélice et enrobées de résine selon un taux constant, le pas de l'hélice étant variable selon la zone longitudinale considérée de la jupe.

Selon un troisième mode de réalisation, la structure de renforcement comprend 35 des fibres longues enroulées en hélice et enrobées de résine, le pas de l'hélice et le taux de résine étant tous deux variables selon la zone longitudinale considérée de la jupe.

Selon tout ou partie des trois modes de réalisation précédents, la variation de pas associée à la variation de la proportion de quantité de résine par rapport à la

quantité de fibre est susceptible, si aucune précaution n'est prise par ailleurs, d'entraîner des variations de diamètre ou d'épaisseur de la jupe composite. Pour maîtriser le diamètre extérieur, notamment dans la partie HOLWECK, un outillage de fabrication approprié est nécessaire. Par exemple, et de façon non limitative, un mandrin obtenu par usinage pourra être utilisé.

En pratique, pour faire varier le pas de l'hélice selon les deux derniers modes de réalisation ci-dessus, l'hélice peut avantageusement présenter un angle proche de  $0^\circ$  dans la zone aval de la jupe, et présenter un angle supérieur à  $0^\circ$ , par exemple  $20$  à  $30^\circ$ , dans et à proximité de la zone annulaire de liaison.

La structure ci-dessus s'applique à différentes formes de jupe. Selon une première réalisation, la jupe peut être cylindrique.

De préférence, pour augmenter le diamètre de la jupe et améliorer ainsi les propriétés de la pompe, la jupe peut comporter une zone annulaire de liaison, un tronçon aval de jupe cylindrique à plus grand diamètre que la zone annulaire de liaison et une zone intermédiaire de raccordement entre la zone annulaire de liaison et le tronçon aval de jupe. On augmente ainsi en rotation la vitesse tangentielle de la jupe par rapport au stator, ce qui accroît le taux de compression de l'étage HOLWECK de la pompe. Simultanément, l'augmentation du diamètre permet de loger un plus grand nombre de rainures dans la partie HOLWECK du stator, augmentant ainsi le débit de la pompe.

Selon une caractéristique particulière, selon le bord amont de la jupe HOLWECK, les fibres de renforcement peuvent être coupées. Cela résulte d'un procédé avantageux de réalisation de la jupe de type HOLWECK, comprenant :

a/ une étape consistant à enrouler en hélice des fibres longues sur le mandrin, en réalisant un enroulement à angle voisin de  $0^\circ$  dans les zones adjacentes aux deux extrémités du mandrin et un enroulement à angle supérieur à  $0^\circ$  dans la zone médiane du mandrin,

b/ une étape d'application et de durcissement de résine sur le mandrin portant les fibres enroulées en hélice,

c/ et une étape consistant à sectionner le manchon ainsi obtenu dans sa zone médiane pour obtenir deux jupes.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles:

- la figure 1 est une vue schématique illustrant, en coupe longitudinale, une structure de pompe turbomoléculaire connue ayant un rotor monobloc en métal ;
- la figure 2 est une vue en perspective illustrant un secteur de rotor selon un mode de réalisation de la présente invention ;

- la figure 3 illustre la répartition des contraintes mécaniques sur le secteur de rotor de la figure 2, les pales de l'étage turbo ayant été enlevées ;
- la figure 4 est une vue de côté schématique illustrant la structure de rotor selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;
- 5 - la figure 5 est une vue de côté illustrant schématiquement la structure de rotor selon un second mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 6 est une vue en perspective illustrant la structure de l'étage HOLWECK de stator entourant la jupe de rotor selon l'invention ;
- 10 - les figures 7 et 8 illustrent le module de YOUNG, respectivement dans le sens longitudinal et dans le sens transversal des fibres, en fonction de la proportion de fibres dans le matériau composite ;
- la figure 9 illustre la variation du module de YOUNG de la jupe en fonction de l'orientation des fibres par rapport au plan transversal de la jupe HOLWECK ;
- 15 - la figure 10 illustre la variation du coefficient de dilatation du matériau composite en fonction de l'angle que font les fibres par rapport au plan transversal de la jupe HOLWECK ;
- la figure 11 illustre le procédé de réalisation d'une jupe HOLWECK en matériau composite selon l'invention ; et
- la figure 12 illustre le procédé préférentiel de réalisation d'une jupe HOLWECK selon 20 la présente invention.

On considère tout d'abord la figure 1, illustrant une structure de pompe turbomoléculaire 1 solidarisée à la paroi 2 d'une enceinte à vide 3.

La pompe turbomoléculaire 1 comprend un corps de pompe 4 ou stator dans lequel tourne à grande vitesse un rotor 5 en rotation axiale selon l'axe de rotation I. Le corps de pompe 4 comporte un orifice d'aspiration 6 coaxial, par lequel pénètrent les gaz pompés 7, et un orifice de rejet 8 par lequel sont évacués les gaz de sortie 9. Le rotor 5 est entraîné en rotation dans le corps de pompe 4 par un moteur interne 10, et est guidé latéralement par des paliers magnétiques ou mécaniques 11 et 12.

La paroi 2 de l'enceinte à vide 3 comprend un orifice de sortie 13, correspondant à l'orifice d'aspiration 6 de la pompe à vide 1, et constitue généralement une enceinte fermée isolée de l'extérieur et dans laquelle la pompe à vide 1 peut créer un vide contrôlé.

Le rotor 5 comprend un tronçon amont de rotor 5a comportant des pales telles que la pale 5b, et comprend un tronçon aval de rotor 5c en forme de jupe de type HOLWECK. Face au tronçon amont 5a de rotor, le stator 4 comprend un tronçon amont de stator 4a avec des pales telles que la pale 4b. Face au tronçon aval de rotor 5c à jupe HOLWECK le

stator 4 comporte un tronçon aval de stator 4c à rainures hélicoïdales 4d de type HOLWECK tel qu'illustré de façon plus apparente sur la figure 6.

Sur la figure 2, illustrant un secteur de rotor selon la présente invention, on retrouve le tronçon amont de rotor 5a ayant des pales telles que la pale 5b, et on retrouve le tronçon aval de rotor 5c. Le tronçon amont de rotor 5a est en un métal ou alliage approprié, par exemple en aluminium ou alliage d'aluminium. Le tronçon aval de rotor 5c à jupe HOLWECK est en un matériau composite à base de résine chargée de fibres de renforcement. Le tronçon aval à jupe HOLWECK 5c se raccorde au tronçon amont 5a selon une zone annulaire de liaison 5d.

Selon l'invention, le tronçon aval de rotor 5c à jupe HOLWECK en matériau composite comprend une structure interne de renforcement à fibres qui confère à la jupe des caractéristiques mécaniques variant en fonction de la zone longitudinale considérée de la jupe. On cherche à augmenter la raideur du matériau composite dans la zone aval de jupe 5e ou tronçon cylindrique adjacent à l'extrémité aval 5f du rotor 5, afin de supporter les contraintes mécaniques élevées lors de la rotation rapide du rotor 5. Simultanément, on cherche une plus grande souplesse et une plus grande capacité de dilatation thermique dans la zone annulaire de liaison 5d, pour suivre les déformations qui se produisent dans le tronçon amont de rotor 5a en métal lors de la rotation rapide du rotor et lors de son échauffement.

Ainsi, dans la zone annulaire de liaison 5d, le matériau composite de la jupe HOLWECK présente des caractéristiques mécaniques et thermiques proches de celles du métal ou alliage composant le tronçon amont de rotor 5a.

A l'inverse, dans la zone aval de jupe 5e, le matériau composite présente des caractéristiques plus appropriées pour tenir dans cette zone aval de jupe 5e les contraintes mécaniques résultant de la rotation rapide du rotor en fonctionnement.

En pratique, la structure de renforcement à fibres du tronçon aval à jupe de type HOLWECK 5c comprend des fibres longues enroulées en hélice en périphérie de la jupe. Les fibres sont noyées de résine, la résine étant polymérisée.

On peut par exemple considérer la figure 11, qui illustre schématiquement un procédé de réalisation d'une jupe en résine armée de fibres longues enroulées en hélice : un mandrin 14 est entraîné en rotation autour d'un arbre 15, et le mandrin présente une surface externe dont la forme conditionne celle de la jupe à réaliser. Les fibres de renforcement sont sous forme d'un fil enroulé sur une bobine 16. Le fil est dévidé de la bobine 16, passe dans un bac de résine 17, est guidé par un guide fil 18 qui l'enroule en hélice sur le mandrin 14 pendant la rotation du mandrin. En fonction de la vitesse relative de rotation de l'arbre 15 et de translation longitudinale du guide fil 18 selon

la flèche 19, le fil est disposé sur le mandrin 14 selon une hélice dont le pas peut être choisi par l'opérateur.

La figure 4 illustre un premier mode de réalisation d'un rotor 5 selon la présente invention.

5 Dans ce mode de réalisation, le rotor 5 comprend le tronçon amont de rotor 5a métallique avec les pales telles que la pale 5b, et comprend le tronçon aval de rotor 5c, en forme de jupe cylindrique tubulaire de type HOLWECK.

10 La zone annulaire de liaison 5d et une zone intermédiaire de raccordement 5g qui lui est adjacente ont une structure interne de renforcement telle que leurs caractéristiques mécaniques et thermiques sont proches de celles du métal ou alliage composant le tronçon amont de rotor 5a. Pour cela, la structure de renforcement comprend des fibres longues enroulées en hélice selon un pas relativement important, les fibres faisant avec le plan transversal un angle supérieur à 0°, par exemple de 5° à 20° selon 15 les propriétés mécaniques recherchées. Dans la zone aval de jupe 5e, les fibres longues sont enroulées en hélice d'angle proche de 0°, formant des spires jointives qui améliorent sensiblement la résistance mécanique de la jupe.

20 La figure 5 illustre un mode de réalisation préféré de rotor 5 de pompe turbomoléculaire selon la présente invention. On retrouve, dans le rotor 5, le tronçon amont de rotor 5a par exemple de structure identique à celle du mode de réalisation de la figure 4, et un tronçon aval de rotor 5c dont le diamètre varie en fonction de la position considérée le long de l'axe longitudinal : la jupe du tronçon aval de rotor 5c comporte la zone annulaire de liaison 5d, le tronçon aval de jupe 5e cylindrique à plus grand diamètre que la zone annulaire de liaison 5d, et une zone intermédiaire de raccordement 5g à diamètre progressivement croissant qui fait le lien entre la zone 25 annulaire de liaison 5d cylindrique et le tronçon aval de jupe 5e cylindrique.

Dans ce second mode de réalisation, la zone annulaire de liaison 5d comporte des fibres de renforcement faisant un angle non nul avec le plan transversal, tandis que le tronçon aval de jupe 5e et éventuellement la zone intermédiaire de raccordement 5g comportent des fibres jointives faisant avec le plan transversal un angle proche de 0°.

30 Grâce au renforcement par les fibres à angle nul, le tronçon aval de jupe 5e cylindrique peut avoir un diamètre nettement supérieur, ce qui augmente la vitesse tangentielle de la jupe par rapport au stator pour une même vitesse angulaire de rotation du rotor, et ce qui permet d'augmenter le nombre de rainures 4d dans le tronçon de stator 'HOLWECK 4c (figure 6).

35 L'intérêt de cette structure composite de jupe est expliqué en relation avec la figure 3. On a illustré, sur cette figure, les contraintes mécaniques subies par le rotor lors d'une rotation rapide du rotor : dans la zone annulaire de raccordement 5d,

les contraintes sont relativement faibles, tandis que dans le tronçon aval de jupe 5e les contraintes illustrées par les flèches 5i sont beaucoup plus importantes, environ 3 à 4 fois plus grandes dans la réalisation illustrée sur la figure. Dans la zone intermédiaire de raccordement 5g, les contraintes augmentent graduellement lorsqu'on se rapproche du tronçon aval de jupe 5e. Ainsi, dans la zone annulaire de liaison 5d, on peut disposer les fibres de façon à conférer au matériau composite de la jupe une certaine souplesse et une certaine capacité de dilatation thermique, pour suivre les variations dimensionnelles du tronçon amont de rotor 5a en métal. Par contre, pour supporter les contraintes mécaniques plus importantes dans le tronçon aval de jupe 5e, il est nécessaire de disposer les fibres de renfort de façon à assurer une bonne rigidité de la jupe, une bonne concentricité, et une relative résistance aux vibrations.

Les figures 9 et 10 illustrent l'effet de l'angle que font les fibres par rapport au plan transversal de la jupe, d'une part sur la résistance mécanique évaluée par le module de YOUNG longitudinal, d'autre part sur le coefficient de dilatation thermique.

Sur la courbe A de la figure 9, le module de YOUNG est à un maximum A2 pour un angle de 0°, c'est à dire lorsque les fibres sont dans un plan transversal. Le module de YOUNG décroît fortement lorsque l'angle des fibres augmente jusqu'à un angle de 20° environ, puis il décroît plus lentement au fur et à mesure de l'augmentation de l'angle.

Sur la courbe B de la figure 10, le coefficient de dilatation augmente régulièrement lorsque l'angle augmente entre les fibres et le plan transversal.

Ainsi, dans la zone annulaire de liaison 5d (figures 4 et 5), on choisit un angle de fibre supérieur à 0°, par exemple un angle de 10° pour se placer au point A1 de la courbe A de la figure 9, et pour se placer au point B1 de la courbe B de la figure 10 : module de YOUNG relativement faible, et coefficient de dilatation thermique relativement élevé. Par contre, dans la zone aval de jupe 5e (figures 4 et 5), on choisit un angle de fibre proche de 0°, de sorte que l'on se place au point A2 de la courbe A de figure 9 et au point B2 de la courbe B de figure 10 : module de YOUNG maximal, et coefficient de dilatation thermique minimal.

Dans ces deux modes de réalisation à angle variable de fibres par rapport au plan transversal, une difficulté réside dans le fait que le tronçon de jupe devant présenter des caractéristiques mécaniques de souplesse occupe une extrémité de la jupe, à savoir la zone annulaire de liaison 5d. En effet, dans cette zone, les fibres doivent présenter un angle non nul par rapport au plan transversal, et ces fibres doivent être enroulées en plusieurs couches pour réaliser un renfort suffisant. Ainsi, lorsque l'on enroule une fibre en hélice en direction de l'extrémité amont de la zone annulaire de liaison 5d, celle-ci fait un angle par rapport à l'extrémité de la jupe, et il faut

déplacer le guide-fil dans l'autre sens dès que la fibre atteint cette extrémité. L'inversion de sens d'enroulement n'est pas aisée, et il faut trouver un moyen pour faciliter cette opération.

L'invention prévoit un tel moyen par un procédé particulier de réalisation

5       d'une jupe de type HOLWECK pour pompe à vide turbomoléculaire, le procédé comprenant :

a/ une étape consistant à enrouler en hélice des fibres longues sur un mandrin en réalisant un enroulement à angle voisin de  $0^\circ$  dans les zones 20 et 21 (figure 12) adjacentes aux deux extrémités du mandrin et un enroulement à angle supérieur à  $0^\circ$  dans la zone médiane 22 du mandrin ;

10      b/ une étape d'application et de durcissement de résine sur le mandrin portant les fibres enroulées en hélice ;

c/ et une étape consistant à sectionner le manchon 23 ainsi obtenu, transversalement au milieu 24 de sa zone médiane 22, permettant ainsi d'obtenir deux jupes identiques, sous réserve de prévoir initialement un mandrin symétrique par rapport à sa zone médiane 22.

15       Lors de l'étape de sectionnement de la zone médiane 22, les fibres enroulées en hélice selon un angle supérieur à  $0^\circ$  dans ladite zone médiane 22 sont coupées. Cela n'altère pas les qualités mécaniques de la jupe obtenue. Au contraire, cela permet une grande régularité d'enroulement des fibres, et donc une grande régularité des propriétés mécaniques de la jupe dans la zone annulaire de liaison.

20       Dans les modes de réalisation illustrés précédemment, les propriétés mécaniques du matériau composite sont obtenues en modulant le pas de l'hélice d'enroulement des fibres, c'est à dire l'angle que font les spires de fibres par rapport au plan transversal.

25       Selon une autre possibilité, les fibres longues sont enroulées en hélice et enrobées de résine, l'hélice ayant un pas constant.

On prévoit alors un taux de résine variable selon la zone longitudinale considérée de la jupe. Par exemple; dans la zone annulaire de liaison 5d, on prévoit un taux de résine supérieur, et, dans la zone aval de jupe 5e on prévoit un taux de résine inférieur. La résistance mécanique est ainsi augmentée dans le tronçon aval de jupe 5e, 30 tandis que la souplesse est augmentée dans la zone annulaire de liaison 5d, comme l'illustrent les figures 7 et 8 montrant respectivement les variations du module de Young longitudinal (courbe C) et du module de Young transversal (courbe D) en fonction du taux de fibres (complément à 1 du taux de résine).

35       En cas de besoin, selon les propriétés recherchées de la jupe, on peut varier à la fois le pas de l'hélice et le taux de résine selon la zone longitudinale considérée de la jupe.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été explicitement décrits, mais elle en inclut les diverses variantes et généralisations contenues dans le domaine des revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

1 - Pompe à vide turbomoléculaire, comprenant un rotor (5) ayant un tronçon amont de rotor (5a) de type turbo et un tronçon aval de rotor (5c) en forme de jupe de type HOLWECK, le tronçon amont de rotor (5a) étant en un métal ou alliage, le tronçon aval de rotor (5c) étant en matériau composite, le tronçon aval de rotor (5c) se raccordant au tronçon amont de rotor (5a) selon une zone annulaire de liaison (5d),

caractérisée en ce que :

- le tronçon aval de rotor (5c) à jupe de type HOLWECK en matériau composite comprend une structure de renforcement à fibres qui confère à la jupe HOLWECK des caractéristiques mécaniques variant en fonction de la zone longitudinale considérée de la jupe,

- dans la zone annulaire de liaison (5d), le matériau composite présente des caractéristiques mécaniques et thermiques proches de celles du métal ou alliage composant le tronçon amont de rotor (5a),

- dans la zone aval de jupe (5e), le matériau composite présente des caractéristiques plus appropriées pour tenir dans cette zone aval de jupe (5e) les contraintes mécaniques élevées résultant de la rotation rapide du rotor (5) en fonctionnement.

2 - Pompe à vide turbomoléculaire selon la revendication 1, caractérisée en ce que la structure de renforcement comprend des fibres longues enroulées en hélice selon un pas constant et enrobées de résine, le taux de résine étant variable selon la zone longitudinale considérée de la jupe.

3 - Pompe à vide turbomoléculaire selon la revendication 1, caractérisée en ce que la structure de renforcement comprend des fibres longues enroulées en hélice et enrobées de résine selon un taux constant, le pas de l'hélice étant variable selon la zone longitudinale considérée de la jupe.

4 - Pompe à vide turbomoléculaire selon la revendication 1, caractérisée en ce que la structure de renforcement comprend des fibres longues enroulées en hélice et enrobées de résine, le pas de l'hélice et le taux de résine étant tous deux variables selon la zone longitudinale considérée de la jupe.



5 - Pompe à vide turbomoléculaire selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que l'hélice présente un angle proche de 0° dans la zone aval de jupe (5e), et présente un angle supérieur à 0° dans et à proximité de la zone annulaire de liaison (5d).

6 - Pompe à vide turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que la jupe est cylindrique.

7 - Pompe à vide turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que la jupe comporte une zone annulaire de liaison (5d), un tronçon aval de jupe (5e) cylindrique à plus grand diamètre que la zone annulaire de liaison (5d), et une zone intermédiaire de raccordement (5g) entre la zone annulaire de liaison (5d) et le tronçon aval de jupe (5e).

15 8 - Pompe à vide turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisée en ce que, selon le bord amont de la jupe les fibres de renforcement sont coupées.

9 - Procédé de réalisation d'une jupe de type HOLWECK pour pompe à vide turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend :

- a/ une étape consistant à enrouler en hélice des fibres longues sur un mandrin (14), en réalisant un enroulement à angle voisin de 0° dans les zones (20, 21) adjacentes aux deux extrémités du mandrin (14) et un enroulement à angle supérieur à 0° dans la zone médiane (22) du mandrin (14),
- 25 b/ une étape d'application et de durcissement de résine sur le mandrin portant les fibres enroulées en hélice,
- c/ et une étape consistant à sectionner le manchon (23) ainsi obtenu dans sa zone médiane (22) pour obtenir deux jupes.

1/5

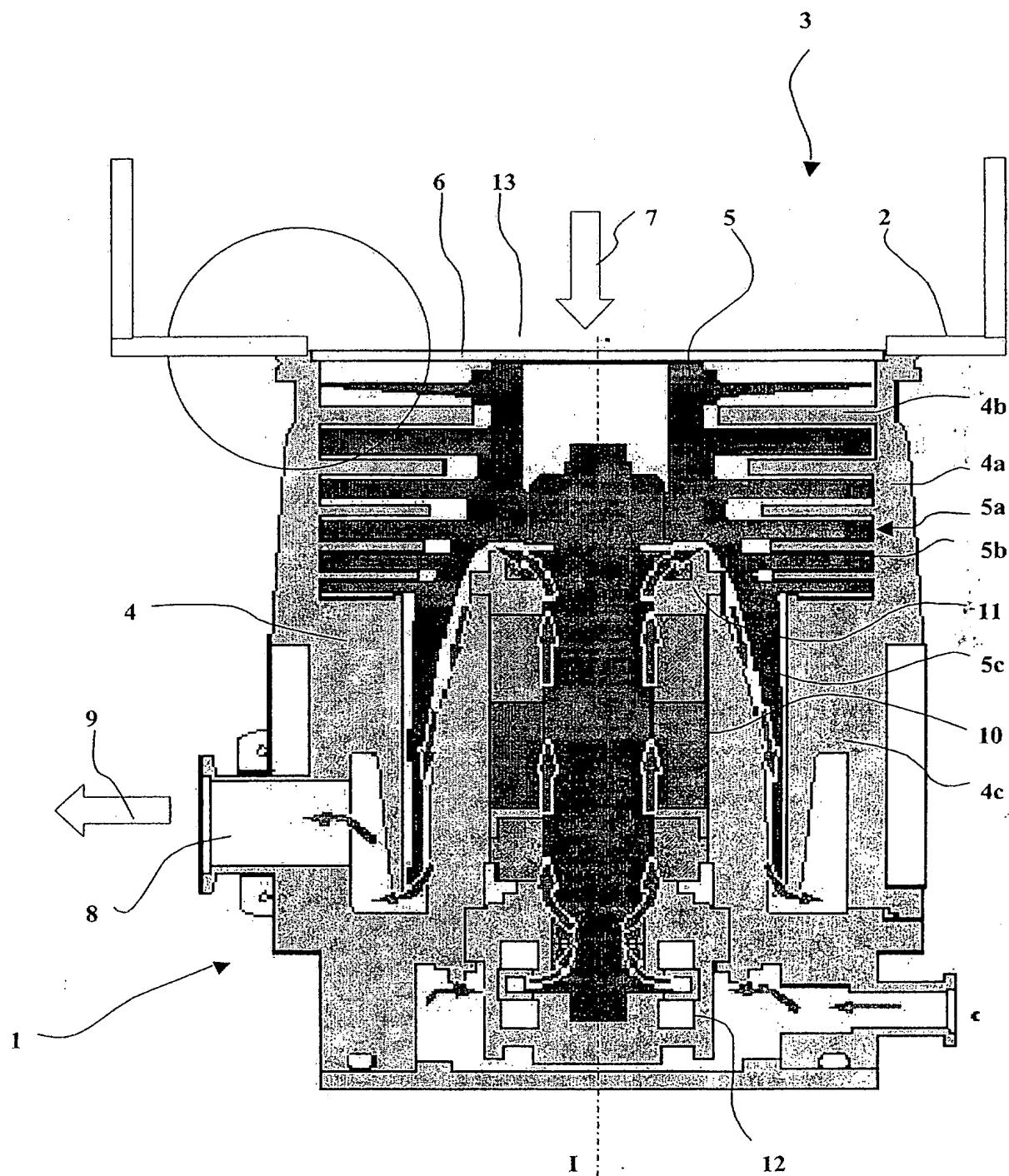
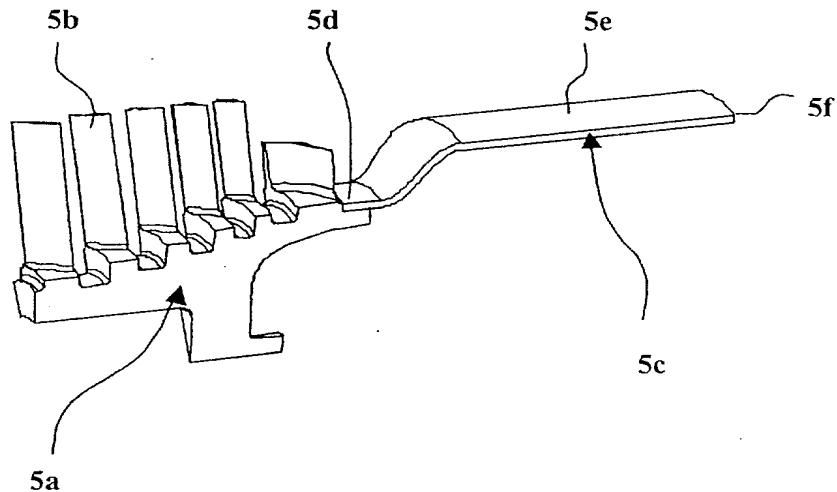
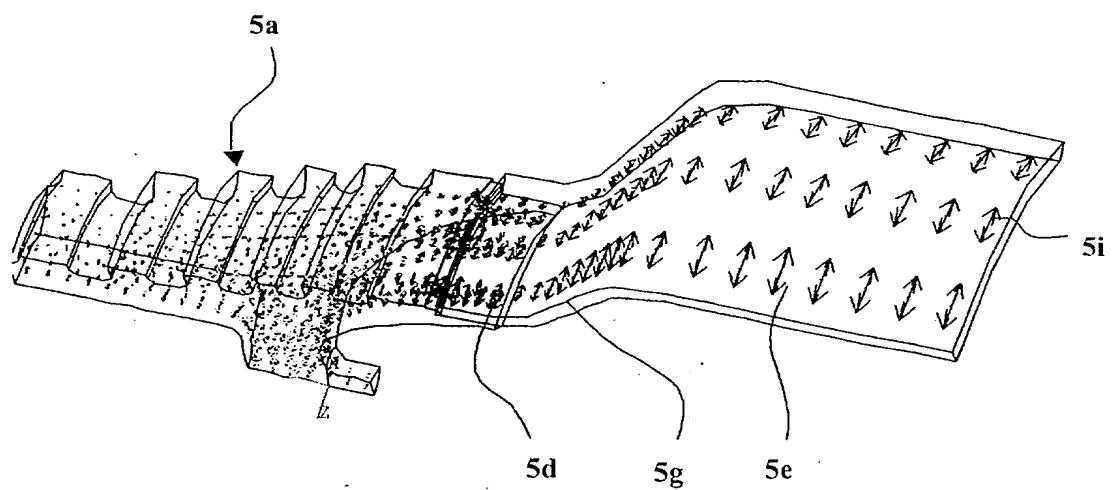
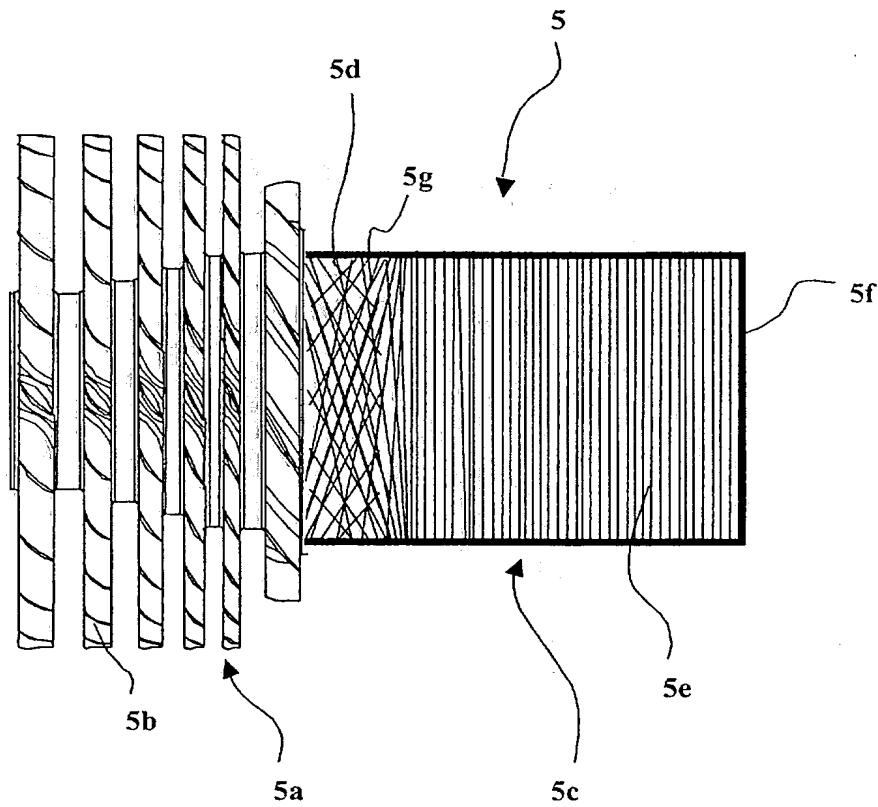
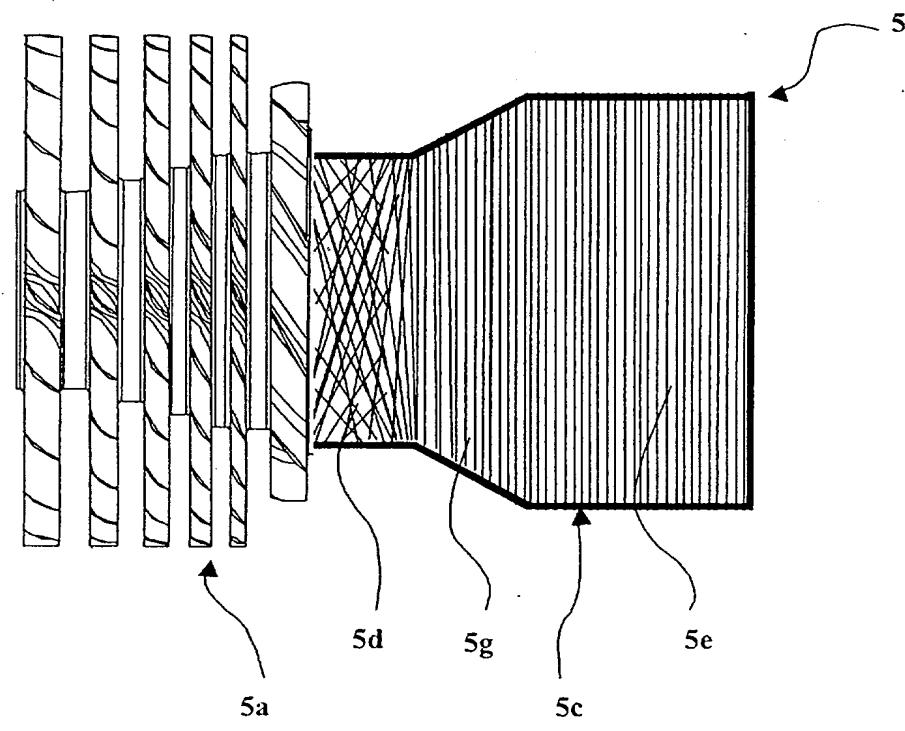


FIG.1

2/5

**FIG.2****FIG.3**

3/5

**FIG.4****FIG.5**

4/5

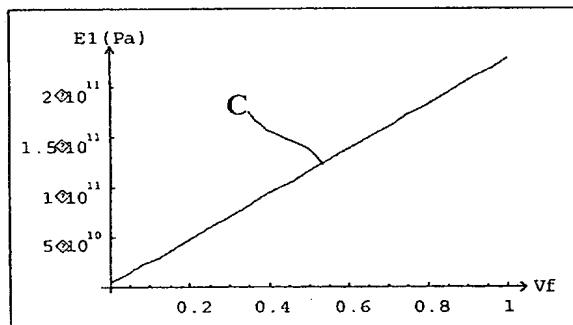
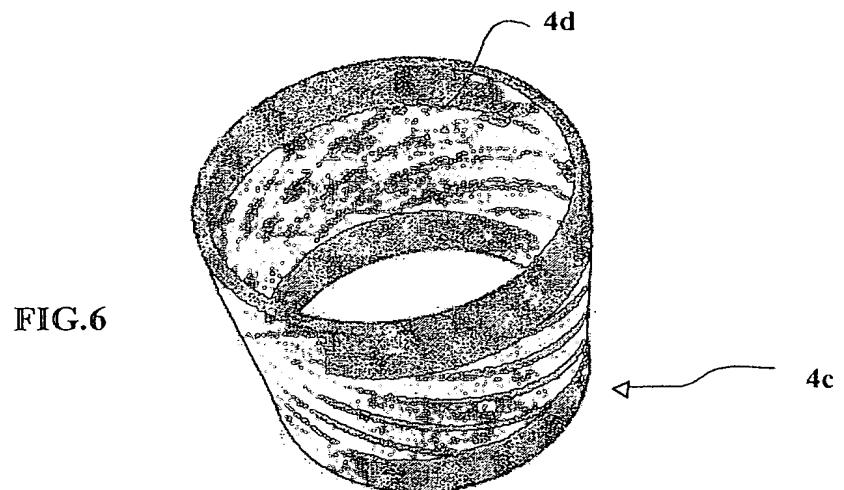


FIG.7

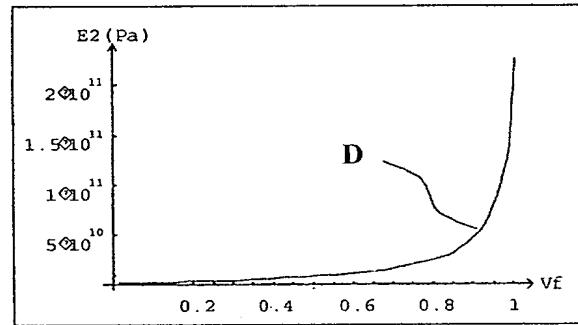


FIG.8

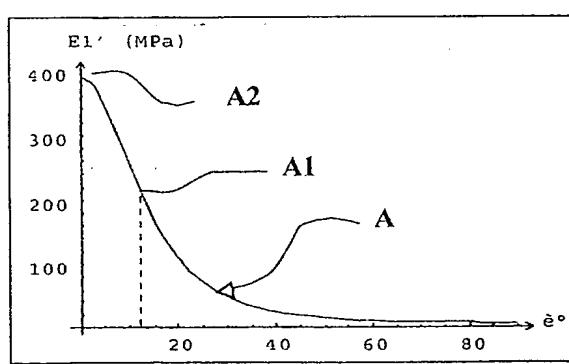


FIG.9

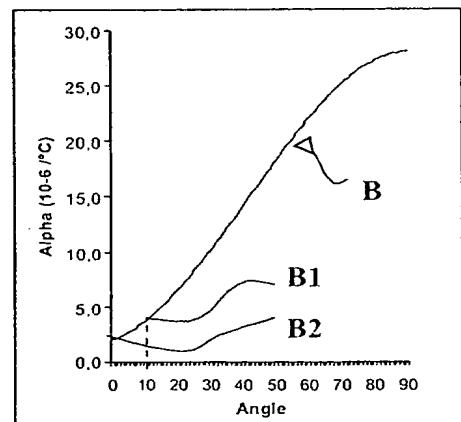
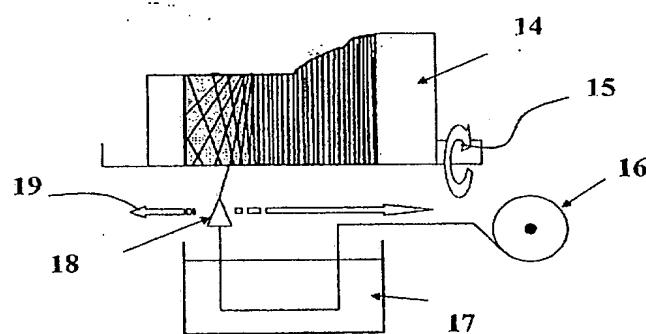
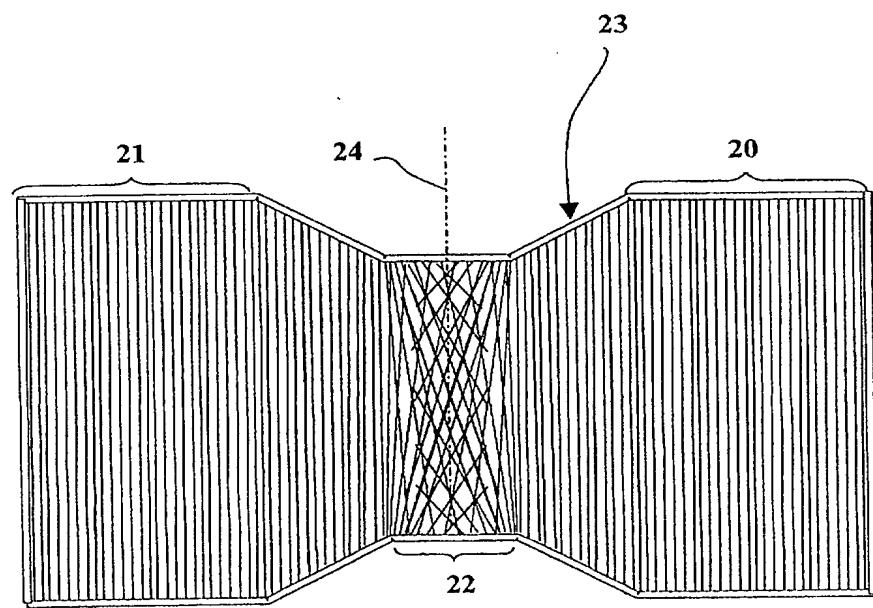


FIG.10

5/5

**FIG.11****FIG.12**



## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

reçue le 15/01/03

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235\*02

## DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

SI 11347/0308X

Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i>	104800/LA/CVAC/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02 12 693	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) POMPE TURBOMOLECULAIRE A JUPE COMPOSITE		
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme ALCATEL		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).		
Nom		FAVRE-FELIX
Prénoms		Lionel
Adresse	Rue	78, AVENUE DE LA PLAINE
	Code postal et ville	74000 ANNECY, FRANCE
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>		
Nom		DAUVILLIER
Prénoms		Olivier
Adresse	Rue	CHEF LIEU MARCELLAZ ALBANAIS
	Code postal et ville	74150 RUMILLY, FRANCE
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>		
Nom		BOUILLE
Prénoms		André
Adresse	Rue	12, RUE AIMÉ LEVET
	Code postal et ville	74000 ANNECY, FRANCE
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>		
DATE ET SIGNATURE(S)		10 octobre 2002
<del>POUR TOUS LES APPAREILS</del> <del>DU MANDATAIRE</del> (Nom et qualité du signataire)		Bernard LAMOUREUX